

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Банниковой Натальи Сергеевны “Структурные, магнитные и магнитотранспортные свойства сверхрешёток на основе меди и сплавов 3-d металлов”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук 01.04.11 – Физика магнитных явлений.

Диссертационная работа Н. С. Банниковой посвящена исследованию магнитных металлических сверхрешёток, обладающих гигантским магниторезистивным эффектом. Интерес к подобным магнитным структурам большей частью связан с возможностью их использования в качестве сенсоров магнитного поля. Целью диссертационной работы являлось оптимизация функциональных характеристик многослойных наноструктур и выбор эффективного материала буферного слоя, обеспечивающего максимальное магнитосопротивление сверхрешетки. Тема, цель диссертационной работы и связанные с ними задачи, безусловно, являются важными и актуальными.

Автором диссертационной работы проведены объемные систематические исследования по влиянию различных буферных слоев на кристаллическую структуру слоев сверхрешеток, и корреляции между структурой и магнитными и магниторезистивными свойствами изготовленных структур.

Несомненно, достижением автора является разработка воспроизводимой методики создания сверхрешеток с высоким значением магнитосопротивления. Особенно хочется отметить создание структур Co/Cu с рекордным значением магнитосопротивления 54% при комнатной температуре, а также структуры Co-Fe/Cu с буферным слоем пермаллой-хром  $(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{60}\text{Cr}_{40}/[\text{Co}_{90}\text{Fe}_{10}/\text{Cu}]_n$  с высоким магнитосопротивлением порядка 20% и коэрцитивностью около 10 Э. Подобные структуры потенциально максимально подходят для создания магнитных сенсоров.

Также необходимо отметить объемные исследования по влиянию термообработки на магнитные свойства многослойных структур и найденные режимы отжига сверхрешеток, оптимальные с точки зрения максимального магнитосопротивления.

Есть несколько несущественных замечаний.

1. В автореферате отсутствуют электрофизические характеристики исследуемых сверхрешеток (удельное сопротивление, значения рабочих напряжений и токов при измерениях). Эти данные позволили бы оценить потенциальную возможность использования подобных сверхрешеток в датчиках магнитного поля.

2. В части автореферата посвященной 4 главе диссертации явно не хватает зависимости намагниченности структур Co/Cu от внешнего магнитного поля (петли гистерезиса). Полученные результаты о магнитосопротивлении до 100% при низких температурах (54% при комнатной температуре) явно являются рекордными, и данная информация позволила бы наглядно и однозначно связать зависимости  $M(H)$  и  $R(H)$ , характеризующих ГМР-эффект.

В целом, диссертация Н. С. Банниковой является завершенным научным исследованием, выполненным на высоком уровне. Результаты работы достаточно хорошо апробированы. Они опубликованы в статьях в реферируемых журналах, неоднократно докладывались на российских и международных научных конференциях. Надеюсь, диссертант продолжит свои исследования в данной области, и часть результатов будет защищена патентами РФ.

На мой взгляд, представленная диссертационная работа по актуальности, степени научной новизны, значимости для науки и практики полученных результатов соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации, а ее автор Н. С. Банникова заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук 01.04.11 – Физика магнитных явлений.

Вдовичев Сергей Николаевич

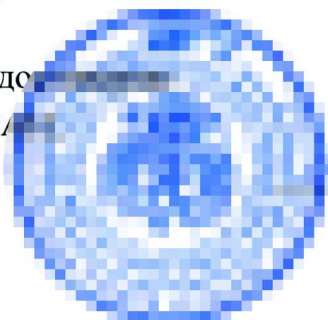
21.11.2016

(дата)



Старший научный сотрудник  
отдела магнитных наноструктур ИФМ РАН,  
кандидат физико-математических наук.  
603950, Нижний Новгород, ГСП-105,  
Академическая, 7, д. Афонино,  
Нижегородская обл., Кстовский район, Россия  
Институт физики микроструктур РАН — филиал  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки «Федеральный  
исследовательский центр Институт  
прикладной физики Российской академии наук»  
(ИФМ РАН)  
Тел. (831)4179489  
E-mail: [vdovichev@ipmras.ru](mailto:vdovichev@ipmras.ru)

Подпись С.Н.Вдовичева удостоверяется  
Ученый секретарь ИФМ РАН  
Д.М. Гапонова



11. 2016

(дата)

(подпись)

*С. Вдовичев*  
*ознакомлен*  
*04.12.2016 г.*

*Банникова Н.С.*